

5. W 2266-01

OPTICAL SWITCHING ELEMENT

Publication number: JP11072808

Publication date: 1999-03-16

Inventor: YOSHIDA HIROSHI; HAYASE SHUJI

Applicant: TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO

Classification:

- international: G03C1/73; C08K5/00; C08L83/04; C08L83/16;
C09D183/16; C09K9/02; G02F1/17; C09K9/02;
G03C1/73; C08K5/00; C08L83/00; C09D183/16;
C09K9/02; G02F1/01; C09K9/02; (IPC1-7): C09K9/02;
G02F1/17; C08K5/00; C08L83/04; C08L83/16;
C09D183/16; G03C1/73

- european:

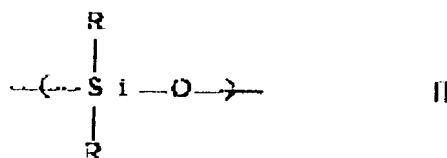
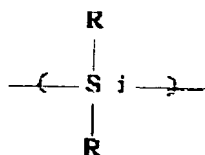
Application number: JP19970234871 19970829

Priority number(s): JP19970234871 19970829

Report a data error here

Abstract of JP11072808

PROBLEM TO BE SOLVED: To simplify producing processes and to enable action under an ordinary light source by incorporating a specified polysilane into a thin film and forming an optical switching part with a material contg. a specified polysiloxane and a photochromic material. **SOLUTION:** An optical switching part is selectively formed in part of a thin film formed on a substrate. The thin film contains a polysilane having repeating units represented by formula I and the optical switching part is made of a material contg. a polysiloxane having repeating units represented by formula II and a photochromic material. In the formulae I, II, R is optionally substd. or unsubstd. alkyl, alkoxy, aryl or heteroaryl and plural R's may be the same or different. The polysilane may have a branched polysilane chain and the polysiloxane may have a branched polysiloxane chain.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-72808

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月16日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

G 0 2 F 1/17

C 0 2 F 1/17

C 0 8 K 5/00

C 0 8 K 5/00

C 0 8 L 83/04

C 0 8 L 83/04

83/16

83/16

C 0 9 D 183/16

C 0 9 D 183/16

審査請求 未請求 請求項の範囲 〇 L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平9-234871

(22) 出願日

平成(1997) 8月29日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 吉田 宏

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 早瀬 修二

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

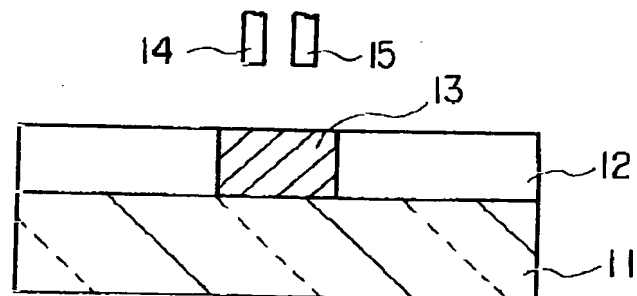
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

(54) 【発明の名称】 光スイッチング素子

(57) 【要約】

【課題】 製造工程が簡単であり、通常の光源で動作する光スイッチング素子を提供する。

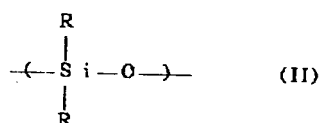
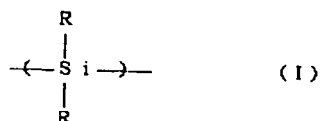
【解決手段】 基板(11)上に形成された薄膜(12)の一部に選択的に形成された光スイッチング部(13)を有し、前記薄膜(12)がポリシランからなり、前記光スイッチング部(13)がポリシロキサンおよびフォトリソミック材料を含有する材料からなる光スイッチング素子。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に形成された薄膜の一部に選択的に形成された光スイッチング部を有し、前記薄膜が下記一般式(I)で表される繰り返し単位を有するポリシランを含有し、前記光スイッチング部が下記一般式(II)で表される繰り返し単位を有するポリシロキサンおよびフォトクロミック材料を含有する材料からなる

【化1】



(注) Rは直鎖もしくは分岐直鎖のアルキル基、シール基、およびヘテロアリアル基からなる群より選択され、同一でも異なってもよい。)ことを特徴とする光スイッチング素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は光スイッチング素子に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、光スイッチング素子として、種々の構成を有する素子が提案されている。例えば、石英基板上に3層程度の下地LB膜を形成し、この下地LB膜上にドナー分子であるインドジカルボシアニン誘導体のLB膜からなるドナー層、フォトクロミック材料であるスピロピラン誘導体のLB膜からなるフォトクロミック層、およびアクセプター分子であるオキサカルボシアニン誘導体のLB膜からなるアクセプター層を形成した光スイッチング素子が知られている。

【0003】この光スイッチング素子では、波長350nmの紫外光を照射すると、フォトクロミック層のスピロピラン誘導体がメロシアニン誘導体に変化する。メロシアニン誘導体の第1励起エネルギー準位は低いので、表面のアクセプター層側から照射されるモニター光(波長365nm)による励起エネルギーが、フォトクロミック層を通してドナー層にまで伝達(光励起伝達)される。一方、波長600nmの可視光を照射すると、フォトクロミック層のメロシアニン誘導体がスピロピラン誘導体に変化する。スピロピラン誘導体の第1励起エネルギー準位は高いので、光励起伝達は起こらない。以上のようにモニター光の伝達を、制御光によってON-OFFできる。

【0004】しかし、この光スイッチング素子はLB法により製造されるため、非常に長時間を要する。また、

LB法では微細なパターンを有する素子を高集積化することが困難であり、実用的な素子を製造するには問題がある。

【0005】また、化合物半導体を用いた光スイッチング素子として図1に示すものが知られている。図1において、厚さ20μmのGaAs基板1上に厚さ50nmのAlAs層2、MOCVD法により厚さ10nmのGaAs層と厚さ2.5nmのAlGaAs層とを交互に100周期繰り返して積層した量子井戸層3、および厚さ20nmのAu層4が形成されている。また、GaAs基板1の裏面中央部はAlAs層2に達するまでエッチングされ、この面にも厚さ20nmのAu層4が形成されている。この積層体は量子井戸層3側のAu層4が、ガラス基板6上にシアノアクリル接着剤7により接着されている。

【0006】この光スイッチング素子の動作原理を図2を参照して説明する。制御光(ポンプ光)として827

秒オーダーで光強度を切り替えることができる。モニター光の透過率が広がる。モニター光として波長827nmの光を用いると、ポンプ光(制御光)を照射したときと照射しないときとで、モニター光の透過率に差が生じるので、モニター光をON-OFFすることができる。

【0007】しかし、この素子も製造に非常に長時間がかかる。しかも、光源に用いるレーザーがフェムト秒オーダーの高速かつ強い光強度で発振することが必要になるため、実用上問題がある。

【0008】

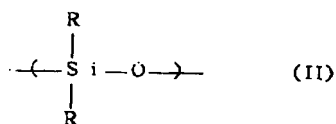
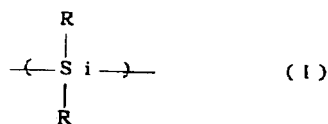
【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、製造工程が簡単であり、通常的光源で動作する光スイッチング素子を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の光スイッチング素子は、基板上に形成された薄膜の一部に選択的に形成された光スイッチング部を有し、前記薄膜が下記一般式(I)で表される繰り返し単位を有するポリシランを含有し、前記光スイッチング部が下記一般式(II)で表される繰り返し単位を有するポリシロキサンおよびフォトクロミック材料を含有する材料からなっている。

【0010】

【化2】



【0011】(I)式および(II)式において、Rは置換もしくは非置換のアルキル基、アルコキシ基、アリール基およびヘテロアリール基からなる群より選択され、同一でも異なってもよい。なお、ポリシランはポリシラン鎖が分岐した構造を有していてもよい。同様に、ポリシロキサンはポリシロキサン鎖が分岐した構造を有していてもよい。

【0012】

【発明の実施の形態】本発明の光スイッチング素子は、以下のようにして製造することができる。まず、基板上に一般式(I)で表される繰り返し単位を有するポリシランの溶液を塗布し乾燥してポリシラン薄膜を形成する。このポリシラン薄膜の一部を、マスクを通してたとえば水銀ランプの波長250~360nmの紫外線を照射し、選択的に露光することにより、一般式(II)で表される繰り返し単位を有するポリシロキサンに変換する。ポリシロキサンは多孔質であり、フォトクロミック材料の溶液を含浸し乾燥することにより、フォトクロミック材料を含有する光スイッチング部を形成することができ、

本発明の光スイッチング素子で、光スイッチング部に特定波長の制御光を照射すると、フォトクロミック材料の化学構造が変化し、その吸収スペクトルが変化する。したがって、モニター光の波長に応じて適当な吸収スペクトルの変化を示すフォトクロミック材料を用いることにより、モニター光の透過をON-OFFすることができる。

【0014】本発明の光スイッチング素子は、上述したように、塗布法によりポリシラン薄膜を形成し、その一部を選択的に露光してポリシロキサンに変換した後、フォトクロミック材料を含浸させるという非常に簡単な方法で製造することができる。また、微細なパターンを形成して素子を高集積化することも容易である。しかも、電気信号ではなく光信号に基づいてスイッチングを制御するため、雑音の少ない光コンピュータとして利用できる。

【0015】本発明において用いられるポリシランは特に限定されないが、置換基Rがメチル基およびフェニル基であるポリメチルフェニルシランおよび置換基Rがフェニル基および水素であるポリフェニルヒドロシランが

特に好ましい。これらのポリシランは水銀ランプで効率よく露光できる。ポリシランの分子量は、1000~20000であることが好ましく、1300~1700であることがより好ましい。

【0016】本発明の光スイッチング素子の構造は、透過型でもよいし光導波路型でもよい。透過型の素子は、たとえばガラスからなる透明基板上にポリシランの薄膜を形成し、その一部を選択的に露光し、フォトクロミック材料の溶液を含浸させることにより製造することができる。フォトクロミック材料を含有するポリシロキサンからなる光スイッチング部の膜面に垂直にモニター光を入射し、透過する光を検出する。このとき、光スイッチング部の膜面に垂直に制御光を照射することにより、フォトクロミック材料の吸収スペクトルを変化させ、モニター光をスイッチングする。

【0017】光導波路型の素子は、反射面を有する基板(ガラスなどの透明基板上に金属反射層を形成したものの、または金属基板)上にポリシランの薄膜を形成し、所定の光導波路パターンが形成されるように選択的に露

光し、フォトクロミック材料の溶液を含浸させることにより製造することができ、

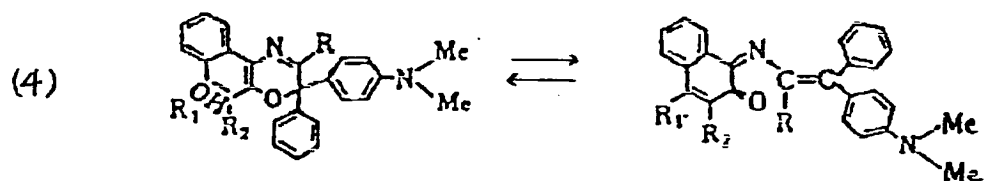
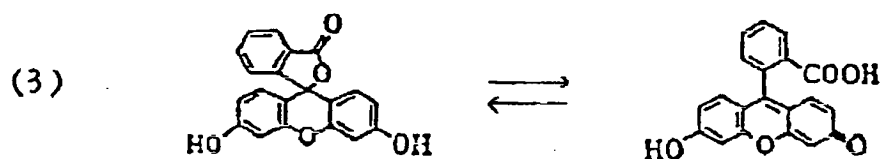
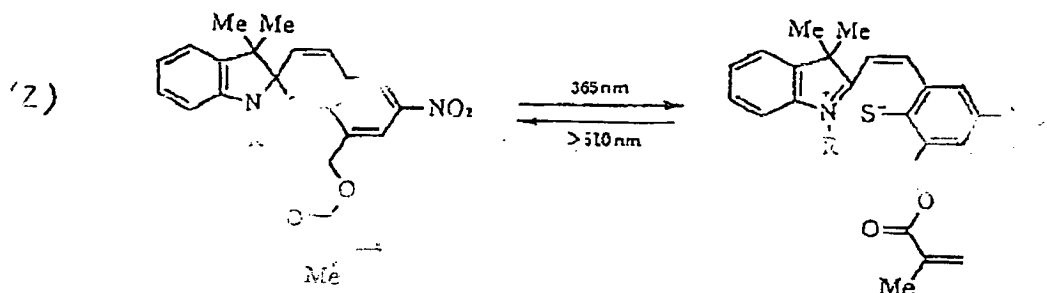
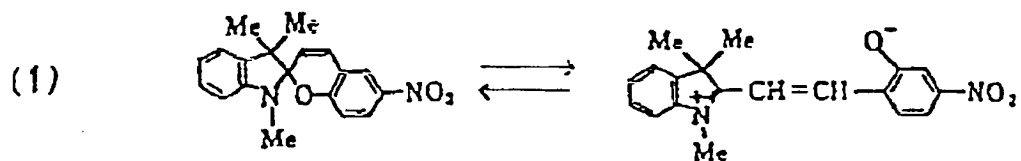
有するポリシロキサンからなる光スイッチング部(光導波路)の一端から膜面に沿って光を入射し、他端から射出する光を検出する。このとき、光スイッチング部(光導波路)の所定位置で膜面に垂直に制御光を照射することにより、フォトクロミック材料の吸収スペクトルを変化させ、モニター光をスイッチングする。

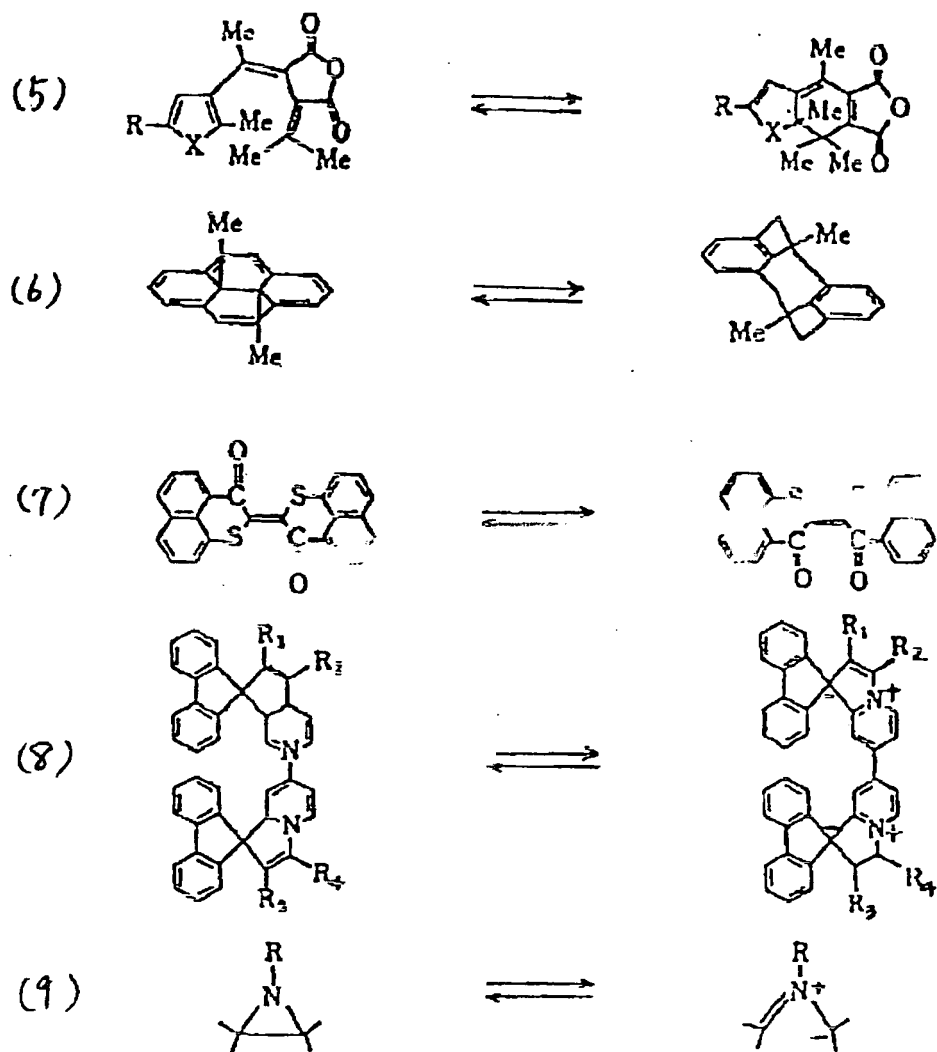
【0018】以下、本発明において用いられるフォトクロミック材料の化合物名および化学式を具体的に示す。

(1)スピロピラン(およびメロシアニン)、(2)スピロピラン誘導体、(3)キサンテン、(4)オキサジン、(5)フルギド、(6)ジヒドロピレン、(7)チオインジゴ、(8)ビピリジン、(9)アジリジン、(10)芳香族多環化合物、(11)アゾベンゼン、(12)サリチリデンアニリン、(13)シクロファン化合物、(14)スピロオキサジン化合物、(15)ジアリールエテン化合物、(16)カルコン化合物(およびフラビリウム化合物)。

【0019】

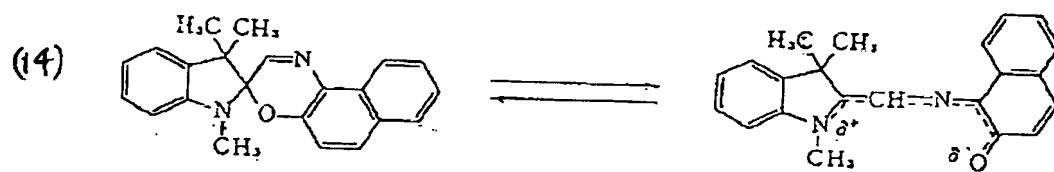
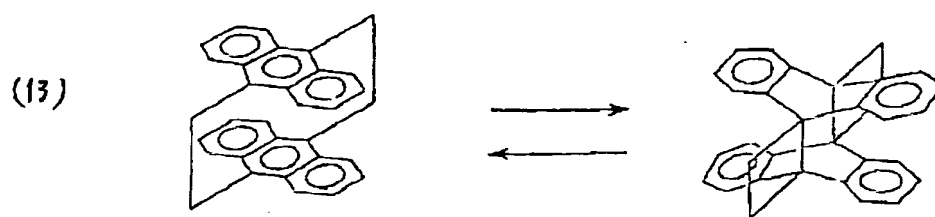
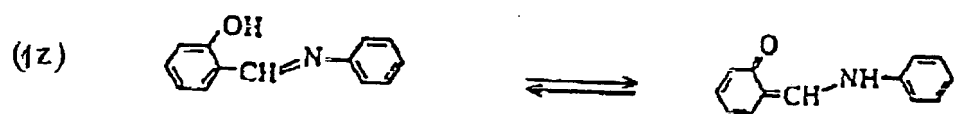
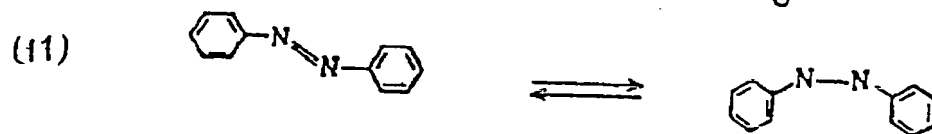
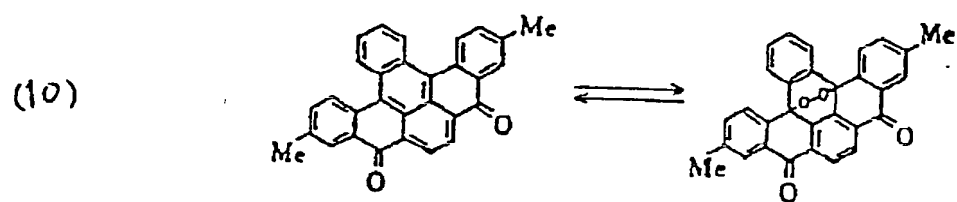
【化3】





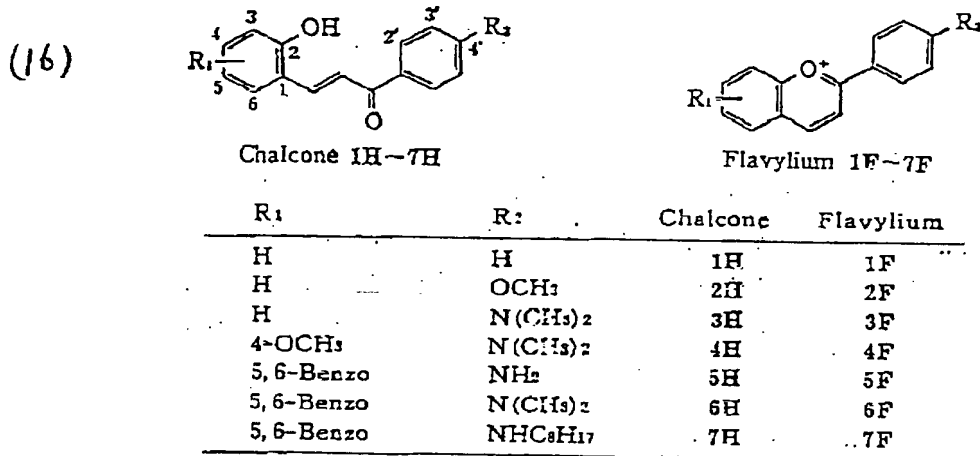
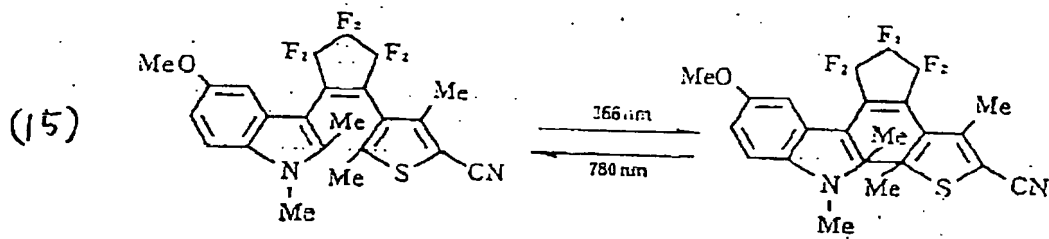
【0021】

【化5】



【0022】

【化6】



【0023】上記のフォトクロミック材料のうち、フルギドの吸収スペクトルの変化を図3に示す。また、カルコン化合物は、置換基に依存して吸収波長が大きく異なる。カルコン化合物の吸収スペクトルの変化を図4に示す。

【0024】

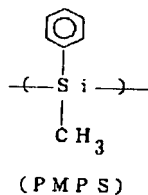
【実施例】以下、本発明の実施例を説明する。

実施例1

本実施例では透過型の光スイッチング素子の例を説明する。下記化学式に示す繰り返し単位を有する分子量3000のポリメチルフェニルシラン(PMPS)を用意した。

【0025】

【化7】



【0026】ポリフェニルメチルシランをトルエンに5wt%の濃度で溶解した溶液を調製した。この溶液をガラス基板11上に3000rpmの回転数でスピコートして厚さ1.0μmのポリシラン膜12を形成し、乾

燥した。フォトマスクを通して水銀ランプから波長365nmの紫外線を5分間照射して露光した。この結果、露光部にはポリメチルフェニルシロキサンが形成された。また、フルギドをジクロロメタンに0.2mol/Lの濃度で溶解した溶液を調製した。この溶液を5分間含浸させ、乾燥して光スイッチング部13を形成した。このようにして図5に示す光スイッチング素子を作製した。

【0027】制御光の光源14からNd:YAGレーザーの3倍波(波長355nm、パルス幅5ps)の紫外線を光スイッチング部13に照射する。図3に示すように、フルギドは照射前には破線で示す吸収スペクトルを示し、照射後には実線で示す吸収スペクトルを示す。このように、フルギドの吸収ピークは、紫外域から可視域へと大きなレッド・シフトを示す。

【0028】モニター光の光源15から波長488nmの可視光を照射して透過光を検出する。この状態で、波長355nmの制御光を照射すると、約30ps程度の高速度で可視光領域でのオン状態からオフ状態へのスイッチングができる。

【0029】逆に、波長355nmの制御光を照射している状態で、波長488nmの可視光を照射すると、約30ps程度で可視光領域でのオフ状態からオン状態へのスイッチングができる。

【0030】実施例2

実施例1と同様に、ガラス基板11上にポリシラン膜12を形成した。次に、図6(A)に断面図で示すように、フォトリソマスク16を通してポリシラン膜12の複数個所において $0.5\mu\text{m} \times 1.0\mu\text{m}$ の領域を露光した。さらに、 0.2mol/L のフルギド/ジクロロメタン溶液を含浸させ乾燥して、図6(B)に平面図で示すように、光スイッチング部13を形成した。

【0031】このように微細な光スイッチング素子を高集積化して形成することができる。このような光スイッチング素子は、クロス・トークがなく高速動作可能な光コンピュータに利用できる。

【0032】実施例3

本実施例では光導波路型の光スイッチング素子の例について説明する。図7(A)に断面図で示すように、ガラス基板21上に厚さ $1.1\mu\text{m}$ のアルミニウム層22を蒸着した。このアルミニウム層22上に5wt%ポリフェニルメチルシラン/トルエン溶液を3000rpmの回転数でスピコートし乾燥して、厚さ $1.0\mu\text{m}$ のポリシラン膜23を形成した。フォトリソマスク25を通して水銀ランプから波長365nmの紫外線を5分間照射して、幅 $1.0\mu\text{m}$ でY字型の光導波路の領域を露光し、露光部をポリフェニルメチルシロキサンに変換した。次に、 0.2mol/L のフルギド/ジクロロメタン溶液を含浸させ乾燥して、図7(B)に平面図で示すように、光スイッチング部(光導波路)24を形成した。この光導波路24は、直線部24Aおよび分岐部24X、24Yを有する。

【0033】この光スイッチング素子の動作を図8および図9を参照して説明する。これらの図に示されるように、光導波路24の直線部24A側にモニター光(波長488nm)の光源31が設置される。光導波路24の分岐部24X、24Y側にはそれぞれ光検出器33X、33Yが設けられ、検出された光はディスプレイ34X、34Yに表示される。また、一方の分岐部24Yに制御光(波長355nmのパルス光)を照射するための光源32が設けられている。

【0034】図8に示すように、光源32から制御光を照射していない状態で、光源31からモニター光を光導波路24の直線部24Aに $30^\circ < \theta < 41^\circ$ の入射角で入射すると、両方の光検出器33X、33Yで光が検出された。

【0035】図9に示すように、光源32から分岐部24Yに制御光を照射しながら、光源31からモニター光を光導波路24の直線部24Aに $30^\circ < \theta < 41^\circ$ の入射角で入射すると、一方の光検出器33Xでは光が検

出されたが、他方の光検出器33Yでは光が検出されなかった。

【0036】

【発明の効果】以上詳述したように本発明の光スイッチング素子は、塗布法によりポリシラン薄膜を形成し、その一部を選択的に露光してポリシロキサンに変換した後、フォトリソミック材料を含浸させるという非常に簡単な方法で製造することができ、微細なパターンを形成して素子を高集積化することも容易である。しかも、電気信号ではなく光信号に基づいてスイッチングを制御するため、雑音の少ない光コンピュータとして利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の化合物半導体を用いた光スイッチング素子の

【図2】図1の光スイッチング素子の透過スペクトルを示す図。

【図3】フルギドの吸光度の変化を示す図。

【図4】カルコン化合物の吸光度の変化を示す図。

【図5】本発明の実施例1における光スイッチング素子の断面図。

【図6】本発明の実施例2における光スイッチング素子の製造方法を示す断面図および平面図。

【図7】本発明の実施例3における光スイッチング素子の製造方法を示す断面図および平面図。

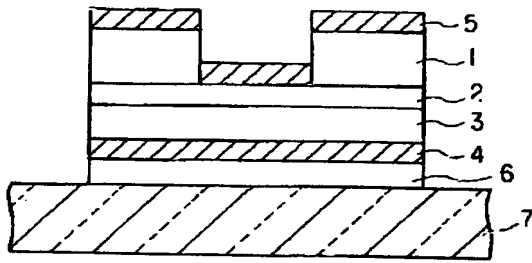
【図8】図7の光スイッチング素子の動作を示す説明図。

【図9】図7の光スイッチング素子の動作を示す説明図。

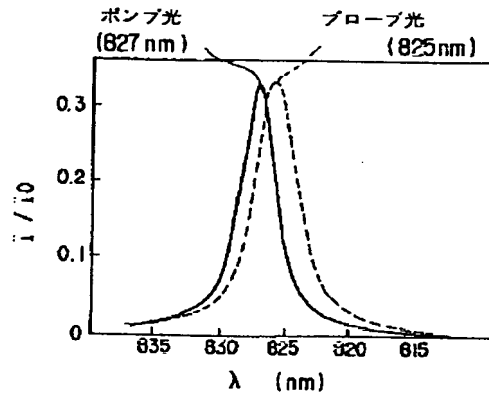
【符号の説明】

- 11…ガラス基板
- 12…ポリシラン膜
- 13…光スイッチング部
- 14…制御光の光源
- 15…モニター光の光源
- 16…フォトリソマスク
- 21…ガラス基板
- 22…アルミニウム層
- 23…ポリシラン膜
- 24…光スイッチング部(光導波路)
- 25…フォトリソマスク
- 31…モニター光の光源
- 32…制御光の光源
- 33X、33Y…光検出器
- 34X、34Y…ディスプレイ

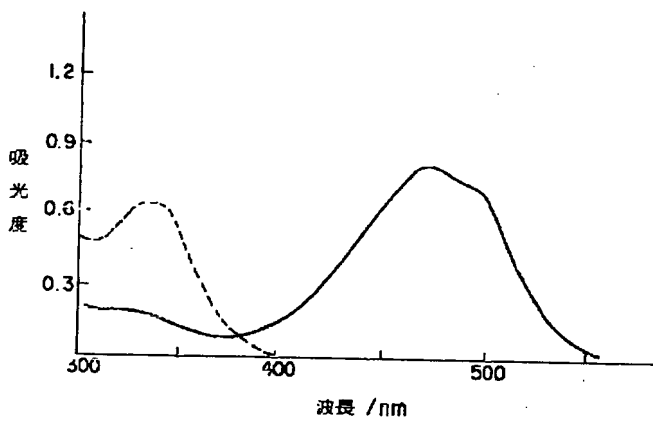
【図1】



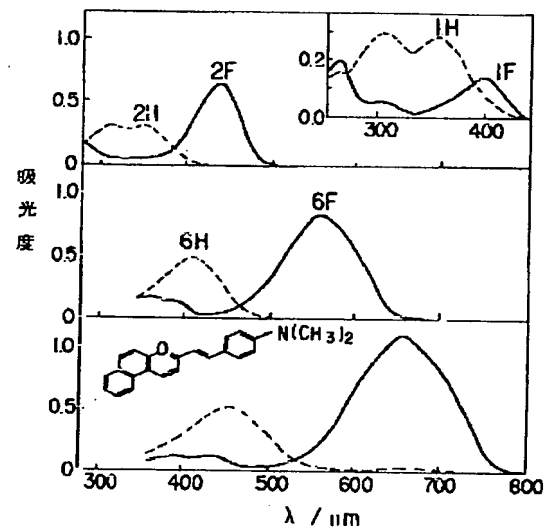
【図2】



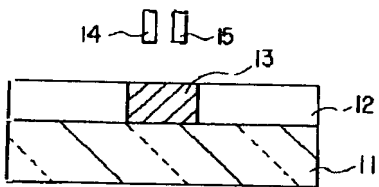
【図3】



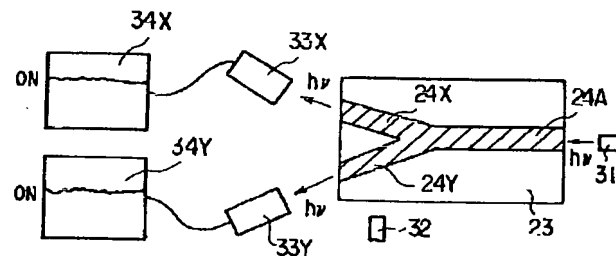
【図4】



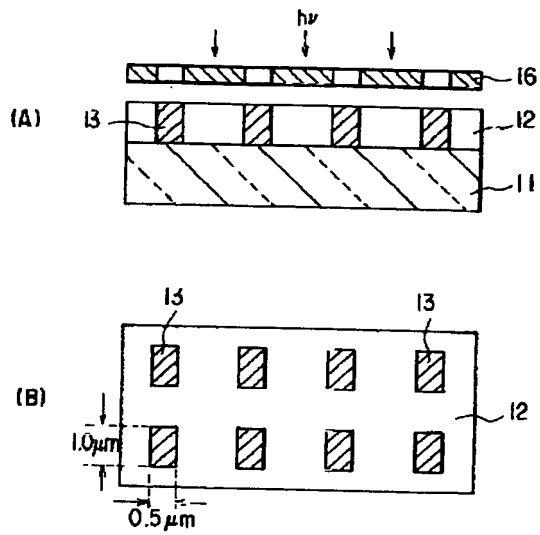
【図5】



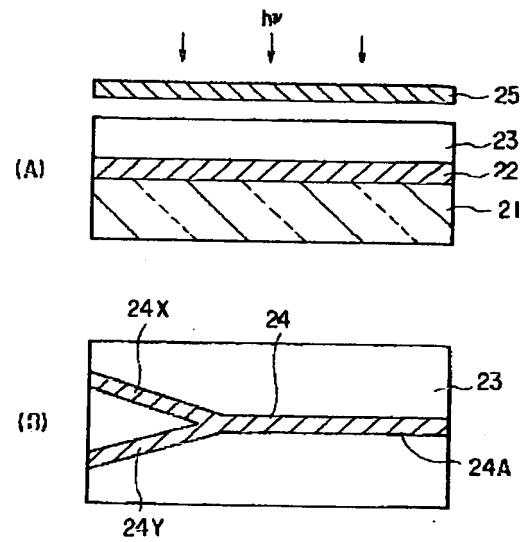
【図8】



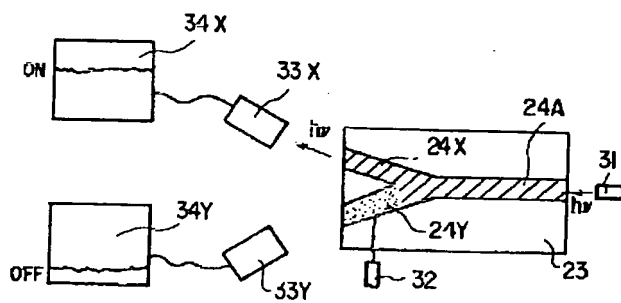
【図6】



【図7】



【図9】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁶

G03C 1/73
// C09K 9/02

識別記号
503

F I

G03C 1/73
C09K 9/02

503

B

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.